

# Impactos sobre la biodiversidad del embalse de las Tres Gargantas en China

J. López-Pujol

Laboratori de Botànica, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona, Av. Joan XXIII s/n, 08028, Barcelona, España - State Key Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Nanxincun 20, Xiangshan, Beijing 100093, China.

➤ Recibido el 22 de abril de 2007, revisado el 25 de septiembre, aceptado el 31 de octubre de 2007.

**Impactos sobre la biodiversidad del embalse de las Tres Gargantas en China.** La construcción de la presa de las Tres Gargantas en el curso alto del río Yangtzé (China central), que contará con la mayor central hidroeléctrica del mundo, implicará una serie de graves e importantes consecuencias sobre la biodiversidad, que son objeto de análisis en el presente artículo. La inundación de más de 600 km<sup>2</sup> supondrá la pérdida y/o fragmentación de numerosos hábitats terrestres en el área del embalse (con una especial afectación de las especies vegetales pero también de las animales), una región que jugó un papel importante como refugio glacial y que cuenta con numerosos taxones endémicos y amenazados. Sin embargo, la biodiversidad aguas abajo podría sufrir también algún tipo de efecto, debido a la más que probable regresión de humedales y lagos laterales una vez el embalse esté construido. Numerosas poblaciones (e incluso especies enteras) de animales y plantas podrían perderse si no se adoptan las medidas conservacionistas adecuadas. La alteración del flujo del río por parte de la presa producirá también efectos significativos sobre la biodiversidad acuática, afectando especialmente a los peces migratorios (esturión, pez espátula), pero también a otras especies acuáticas, como el famoso delfín del Yangtzé. El vertido de sustancias tóxicas al río supone una amenaza adicional.

Palabras clave: Río Yangtzé, fragmentación de hábitats, refugio glacial, especies endémicas, especies amenazadas.

**Impacts on biodiversity of the Three Gorges Dam in China.** We analyze the effects of the Three Gorges Dam (upper reaches of Yangtze River, Central China) on biodiversity. The dam will harbor the largest hydropower plant in the world, and will flood a 600 km<sup>2</sup> area. It will result in the loss and/or fragmentation of many terrestrial habitats (including plants and animals) in a region that played a significant role as a glacial refuge, and currently harbors many endemic and threatened taxa. Negative effects on downstream biodiversity are also expected, because of the regression of the riparian wetlands and lateral lakes. Many plant and animal populations (and probably entire species) may be lost if conservation measures are not properly implemented. Alteration of the river flow will exert severe consequences on freshwater biodiversity, especially on migratory fishes such as two endangered sturgeons and one paddlefish, and the emblematic Yangtze River dolphin. Spillage of toxic substances into the river constitutes an additional threat.

Key words: Yangtze River, habitat fragmentation, glacial refuge, endemic species, endangered species.

## Construcción de grandes embalses; el caso de las Tres Gargantas

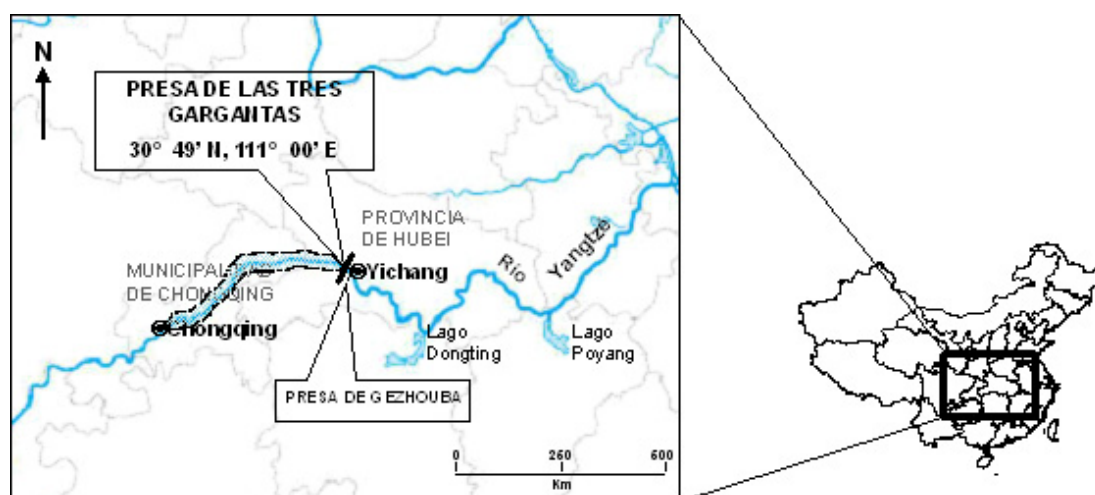
China alberga casi la mitad de los grandes embalses del mundo (unos 22.000 sobre un total de 45.000; WCD, 2000), la gran mayoría contruidos en las últimas décadas, y con decenas de proyectos en fase de ejecución o planificación (McCormack, 2001) debido a la escasez energética del gigante asiático. La presa de las Tres Gargantas, en el curso alto del río Yangtzé (China central), constituye sin duda alguna uno de los proyectos estelares del gobierno chino que, debido a su magnitud e insondables consecuencias, ha levantado enorme expectación tanto dentro como fuera del país. La idea original de construir una gran presa en el Yangtzé hay que atribuírsela al líder nacionalista Sun Yat-Sen en 1919, aunque el proyecto cayó en el olvido hasta la década de los 50, cuando una serie de graves inundaciones, especialmente la de 1954 (con más de 30.000 muertos) reactivaron el proyecto. Sin embargo, períodos convulsos como el 'Gran Salto Adelante' y la Revolución Cultural pospusieron su aprobación final hasta 1992, y las obras no se iniciaron hasta 1994.

El pantano, que tendrá un triple objetivo (control de inundaciones, generación de energía y mejora de la navegación), se completará en 2011 (véase **Tabla 1** para una cronología detallada de las fases de su construcción), y poseerá la mayor

central hidroeléctrica del mundo. En 2003 se completó la segunda fase de su construcción, cuando se produjo un primer llenado del embalse hasta los 135 m de altura y los primeros generadores de electricidad entraron en funcionamiento. Cuando las aguas alcancen los 175 m (el nivel máximo normal) en 2008, el embalse tendrá una superficie de 1.084 km<sup>2</sup> (632 km<sup>2</sup> de nuevo terreno inundado), con una anchura media de 1,1 km y una longitud total de unos 600 km (desde Sandouping, en la provincia de Hubei, a la ciudad de Chongqing), afectando directamente a una región de unos 58.000 km<sup>2</sup> con una población de unos 15 millones de habitantes (**Fig. 1**).

**Tabla 1.** Fases de la construcción de la presa de las Tres Gargantas.

| Fase                       | Año  | Detalle de los trabajos de construcción   | Nivel del agua (m)     |
|----------------------------|------|---|------------------------|
| <i>Fase de preparación</i> | 1993 |   | 66                     |
| <i>Fase I (1994-1997)</i>  | 1994 | Movimiento de tierras; ceremonia de inauguración de las obras.  | 66                     |
|                            | 1995 | Se inicia la construcción de los muros de la presa y el programa de reasentamiento de la población desplazada.  | 66                     |
|                            | 1997 | Cierre del cauce principal del río y desvío por su margen derecha; alrededor de 100.000 personas reasentadas.   | 66                     |
| <i>Fase II (1998-2003)</i> | 1998 | Puesta en servicio de las esclusas de navegación provisionales.   | 66                     |
|                            | 2000 | Alrededor de 295.000 personas reasentadas.  | 66                     |
|                            | 2002 | Se finaliza la sección izquierda del muro principal de la presa y se cierra el canal de desvío del río; alrededor de 640.000 personas reasentadas.  | 66                     |
|                            | 2003 | Se llena el embalse hasta los 135 m de altura; los primeros cuatro generadores se conectan a la red eléctrica.  | 135 (139 en noviembre) |
| <i>Fase II (2004-2011)</i> | 2004 | Puesta en funcionamiento de las esclusas de navegación definitivas; 10 generadores ya conectados a la red.  | 139                    |
|                            | 2005 | Se completa la central eléctrica de la margen izquierda (14 generadores); alrededor de 1 millón de personas reasentadas.  | 139                    |
|                            | 2006 | Finalizada la totalidad del muro principal de la presa; el embalse se llena hasta los 156 m; 1,2 millones de personas reasentadas.  | 156                    |
|                            | 2008 | El embalse se llenará hasta los 175 m, los 12 generadores de la central hidroeléctrica de la margen derecha deberían estar totalmente operativos (que, sumándose a los de la margen izquierda, producirán anualmente 84,7 TWh). | 175                    |
|                            | 2009 | Se pondrá en funcionamiento el ascensor vertical para embarcaciones.  | 175                    |
|                            | 2011 | La central hidroeléctrica subterránea se conectará a la red (con lo cual la producción eléctrica total de las Tres Gargantas alcanzará 100 TWh).  | 175                    |



**Figura 1.** Localización de la presa de las Tres Gargantas.

Los efectos sobre el medio ambiente constituyen una de las principales consecuencias negativas de la construcción de grandes embalses (Rosenberg *et al.*, 1997; 2000). El bloqueo de un río conlleva una serie de alteraciones físicas, químicas y geológicas que pueden afectar a las tres grandes matrices medioambientales (aire, suelo y agua) y de forma especial a la biodiversidad en cualquiera de sus diferentes niveles (ecosistemas, especies y genomas). Los embalses ya bloqueaban alrededor del 60% de todas las grandes cuencas fluviales del mundo a principios de la presente década (WCD, 2000), porcentaje que no cesa de aumentar año tras año. Desafortunadamente, a lo largo y ancho del planeta existen numerosos ejemplos de pérdida de biodiversidad y otros efectos negativos sobre el medio ambiente como consecuencia de la construcción de grandes presas (Rosenberg *et al.*, 1997; McAllister *et al.*, 2001). La presa de las Tres Gargantas, debido a su enorme tamaño y a la fragilidad de los ecosistemas presentes en la cuenca del río Yangtze, tendrá casi con total seguridad efectos devastadores sobre el medio ambiente y la biodiversidad, que se pretenden analizar en el presente artículo.

El laborioso estudio de impacto ambiental (EIA), realizado por el Instituto de Investigación para la Protección de los Recursos Acuáticos del Yangtze (ente dependiente del Ministerio de Recursos Acuáticos), y que contó con la participación de la Academia China de Ciencias, fue finalmente aprobado por la Agencia China de Protección Ambiental a principios de 1992. Según la declaración final del EIA, la construcción del embalse conlleva efectos tanto positivos como negativos sobre el medio ambiente y los sistemas ecológicos (prevaleciendo pero los primeros sobre los segundos), concentrándose los positivos en la cuenca media y baja del río y los negativos limitándose básicamente al área del embalse. No obstante, algunas fuentes independientes alertan que el EIA podría haber estado sujeto a una fuerte manipulación política (Barber y Ryder, 1993; Beattie, 2002), además de señalar que los efectos negativos de la presa serán mucho mayores que los positivos (Lei, 1998), lo que arroja serias dudas sobre la credibilidad científica de este estudio. En la declaración del EIA se afirmaba, además, que los efectos negativos derivados de la construcción de la presa podían reducirse o eliminarse empleando medidas correctoras apropiadas, que la administración china se comprometía a adoptar (YWRP, 1999). De hecho, y desde mediados de la década de los 90, el gobierno chino (a través de la Corporación para el Desarrollo del Proyecto de las Tres Gargantas del Yangtze, empresa gubernamental creada *ex profeso* para la construcción del embalse) asegura haber implementado un plan general para la protección medioambiental de la zona afectada por la presa (el área del embalse además de los cursos medio y bajo del río), que incluye un plan de reforestación y control de la erosión, el control estricto de la calidad del agua y del aire, medidas específicas para la protección de la flora y la fauna (que se detallan en los apartados siguientes del texto), un sistema de monitorización ecológica y medioambiental, y la promoción de la educación ambiental (YWRP, 1999).

## Efectos sobre los ecosistemas terrestres

Uno de los efectos más visibles que comportará la construcción de la presa de las Tres Gargantas consistirá en la pérdida y la fragmentación de hábitats terrestres a gran escala a causa de la anegación de más de 600 km<sup>2</sup> una vez las aguas alcancen los 175 m (y que ya se ha producido parcialmente puesto que el nivel de las aguas alcanza a día de hoy los 156 m; **Tabla 1**). Como dato ilustrativo, alrededor de 100 colinas se habrán convertido en islas en 2008 (Wu *et al.*, 2004). Por otra parte, el reasentamiento forzoso de más de 1 millón de personas (Heggelund, 2003) en zonas adyacentes al embalse –lo que conlleva la construcción de nuevas ciudades, vías de comunicación y la apertura de campos de cultivo– sin duda magnificará estos efectos. La pérdida de hábitats y/o su fragmentación conducirá a la extinción de numerosas poblaciones tanto de animales como de plantas, hecho que adquiere especial relevancia si se tiene en cuenta que la región donde se ubica la presa de las

Tres Gargantas (conocida como Montañas de China Central, en la confluencia de la Municipalidad de Chongqing y la provincia de Hubei) está considerada como un punto caliente (*hotspot*) de biodiversidad. Ésta cuenta con numerosas especies relictas (en la región se encuentran poblaciones de algunos auténticos 'fósiles vivos', tales como las especies vegetales *Cathaya argyrophylla* [Pinaceae], *Davidia involucrata* [Nyssaceae], *Eucommia ulmoides* [Eucommiaceae], *Metasequoia glyptostroboides* [Taxodiaceae], y *Tetracentron sinense* [Tetracentraceae], y los taxones animales *Acipenser sinensis*, *A. dabryanus* y *Psephurus gladius*) y endémicas, probablemente debido a que la región jugó un papel significativo como refugio de vida tanto animal como vegetal durante las glaciaciones del Pleistoceno (Ying *et al.*, 1993).

La región se caracteriza por un clima subtropical húmedo de tipo monzónico, aunque la mayoría de la vegetación original subtropical (bosques de hoja ancha perennes con dominio de *Castanopsis* spp. y *Phoebe* spp.) ha sido substituida por bosques secundarios (básicamente compuestos por *Pinus massoniana* y *Cupressus funebris*), matorrales, pastizales y cultivos (He y Xie, 1995; Tian *et al.*, 2007). La cubierta forestal media de toda la región, que en los años 50 estaba entre el 30 y el 50%, hoy se estima que ha caído a valores próximos o incluso inferiores al 10% (Tan y Yao, 2006), y la erosión (**Fig. 2**) afecta ya a un 60% de la región del embalse (Heggelund, 2003). Como consecuencia de todo ello, numerosas especies se encuentran amenazadas: 47 especies de plantas (He y Xie, 1995) y 64 de animales (Lin *et al.*, 2003) están listadas como amenazadas a nivel nacional (y por tanto protegidas por ley; **Tabla 2**). A pesar de la pérdida y fragmentación de hábitats, la región alberga todavía como mínimo 144 comunidades vegetales, que contienen alrededor de 6.400 especies (incluyendo aquellas introducidas) de plantas (Huang, 2001), cifra que correspondería a casi un 20% del número total de especies vegetales que se encuentran en China (véase **Tabla 2**). Por otro lado, más de 3.400 especies de insectos (8,5% del total de China; Huang, 2001), y unas 500 especies (21,2% del total de China) de vertebrados terrestres (102 especies de mamíferos, 354 de pájaros, 32 de anfibios y 35 de reptiles; Lin *et al.*, 2003) habitan todavía el área de las Tres Gargantas (**Tabla 2**).



**Figura 2.** Terrenos erosionados en el área del embalse de las Tres Gargantas (foto: Three Gorges Probe).

**Tabla 2.** Valores totales de biodiversidad de la región de las Tres Gargantas.

| Grupo taxonómico               | Número total de taxones (especies, subespecies y variedades) | Número de taxones protegidos a nivel nacional | Número total de taxones en China | Número total de taxones en el mundo |
|--------------------------------|--|---|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Biodiversidad terrestre</b> |  |   |                                  |                                     |
| Briófitos                      | 120 <sup>a</sup>   | 0   | 2.200 <sup>b</sup>               | 15.000 <sup>c</sup>                 |
| Helechos                       | 122 <sup>d</sup> - 400 <sup>a</sup>                          | 3   | 2.300-2.600 <sup>b</sup>         | 13.025 <sup>c</sup>                 |
| Gimnospermas                   | 48 <sup>d</sup> - 88 <sup>a</sup>                            | 10  | 192 - 270 <sup>b</sup>           | 980 <sup>c</sup>                    |
| Angiospermas                   | 2.842 <sup>d</sup> - 5.710 <sup>a</sup>                      | 34  | 25.000-30.000 <sup>b</sup>       | 258.650 <sup>c</sup>                |



|                               |                    |    |                     |                      |
|-------------------------------|--------------------|----|---------------------|----------------------|
| Insectos                      | 3.418 <sup>a</sup> | 0  | 40.000 <sup>e</sup> | 950.000 <sup>c</sup> |
| Mamíferos                     | 102 <sup>f</sup>   | 21 | 506 <sup>f</sup>    | 5.416 <sup>c</sup>   |
| Aves                          | 354 <sup>f</sup>   | 42 | 1.256 <sup>f</sup>  | 9.917 <sup>c</sup>   |
| Anfibios                      | 32 <sup>f</sup>    | 1  | 220 <sup>f</sup>    | 5.743 <sup>c</sup>   |
| Reptiles                      | 35 <sup>f</sup>    | 0  | 380 <sup>f</sup>    | 8.163 <sup>c</sup>   |
| <b>Biodiversidad acuática</b> |                    |    |                     |                      |
| Peces                         | 162 <sup>g</sup>   | 7  | 2.804 <sup>e</sup>  | 28.500 <sup>c</sup>  |

<sup>a</sup>Huang (2001). Se incluyen especies introducidas debido a sus usos medicinales, alimenticios o de diferente índole.

<sup>b</sup>López-Pujol *et al.* (2006)

<sup>c</sup>Baillie *et al.* (2004)

<sup>d</sup>He y Xie (1995). Sólo especies nativas de la región de las Tres Gargantas

<sup>e</sup>Wang y Chen (1992)

<sup>f</sup>Lin *et al.* (2003)

<sup>g</sup>Park *et al.* (2003)

El llenado del embalse no producirá graves pérdidas de biodiversidad vegetal ya que gran parte de la vegetación original debajo de los 175 m (y generalmente por debajo de la cota 1000) ha sido sustituida gradualmente durante las últimas décadas. Se estima, sin embargo, que la inundación podría afectar como mínimo a 27 comunidades vegetales (36 según Huang, 2001) y alrededor de 550 especies de plantas (He y Xie, 1995). Si a esta cantidad se le suma las especies afectadas por el reasentamiento de la población desplazada, el total de especies amenazadas por el embalse ascendería a 1.784 (Tian *et al.*, 2007). Entre las especies mayormente afectadas, se encuentran taxones de notable interés botánico como *Buddleja lindleyana* (Loganiaceae), *Buxus sinica* var. *pumila* (Buxaceae), *Chuanminshen violaceum* (Apiaceae), *Dimocarpus longan* (Sapindaceae), *Eriobotrya japonica* (Rosaceae), *Hibiscus syriacus* (Malvaceae), *Litchi chinensis* (Sapindaceae) y *Trachycarpus fortunei* (Arecaceae). Aunque la construcción de la presa no significará en ningún caso la extinción de dichas especies, pueden perderse importantes *pools* genéticos. Obviamente, los taxones endémicos de las Tres Gargantas (37 según los datos de He y Xie, 1995) serán los que sufran una mayor afectación, destacando entre ellos *Adiantum reniforme* var. *sinense* (Adiantaceae), *Myricaria laxiflora* (Tamaricaceae), *Neyraudia wushanica* (Poaceae) y *Securinega wuxiensis* (Euphorbiaceae) (**Fig. 3**), debido a que la mayoría de sus poblaciones (o la totalidad de ellas, como es el caso de *Myricaria laxiflora*) quedarán anegadas por las aguas del embalse.



**Figura 3.** Taxones vegetales endémicos y/o amenazados por la construcción de la Presa de las Tres Gargantas: a) *Adiantum reniforme* var. *sinense* (foto: Jiang Mingxi); b) *Myricaria laxiflora* (foto: Xie Zongqiang); c) *Securinega wuxiensis* (foto: Ren Mingxun); y d) *Chuanminshen violaceum* (foto: Jiang Mingxi).

Afortunadamente, la administración china está llevando a cabo toda una batería de medidas encaminadas a la adecuada

conservación de la flora afectada, destacando entre éstas el establecimiento de reservas botánicas específicas para *Adiantum reniforme* var. *sinense*, *Myricaria laxiflora* y *Chuanminshen violaceum* (esta última, aunque no se trata de una especie endémica de la región, tiene un enorme valor como recurso terapéutico en medicina tradicional china; **Fig. 3**), la creación de nuevos parques naturales y la ampliación de los existentes (en 2003 únicamente el 6,9% de la superficie de la región de las Tres Gargantas disfrutaba de alguna figura de protección legal frente al 15% de media en el resto de China; Shen y Xie, 2004), el cultivo de algunos taxones en jardines botánicos y estaciones experimentales (Chen *et al.*, 2004), y la creación de bancos de germoplasma (YWRP, 1999). Por otra parte, recientemente se ha llevado a cabo la translocación de individuos de *Myricaria laxiflora* desde poblaciones localizadas en áreas que serán sumergidas a localidades más seguras (Liu *et al.*, 2006), medida que también se prevé llevar a cabo para *Adiantum reniforme* var. *sinense* (Huang, 2005).

Puesto que no se conoce ningún taxón animal que sea endémico del área que quedará bajo las aguas de la presa, no habrá que lamentar la extinción de ninguna especie. No obstante, multitud de poblaciones animales podrían fragmentarse o desaparecer (puesto que no todos los animales tienen la capacidad de migrar pendiente arriba o bien están adaptados a hábitats muy específicos), con el consiguiente aumento de las tasas de endogamia y deriva genética, y una interrupción del flujo genético. Una vez completado el embalse, éste dará lugar al mayor humedal artificial de toda China (Li *et al.*, 2003), lo que sin duda producirá numerosos desajustes ecológicos así como cambios sustanciales en la composición y patrones de distribución de la fauna –y también de la flora– de la región (a modo de ejemplo, se espera un notable descenso de las aves forestales y un incremento sustancial de las aves acuáticas; CAS, 1990).

A pesar que las vastas modificaciones antrópicas experimentadas en las últimas dos o tres décadas han reducido significativamente los hábitats apropiados para el sustento de la fauna salvaje, numerosas especies raras y/o amenazadas todavía pueblan la región. Sirvan de ejemplo el mono dorado de nariz chata (*Rhinopithecus roxellana*), el mono rhesus (*Macaca mulatta*), el pangolín chino (*Manis pentadactyla*), la pantera nebulosa (*Neofelis nebulosa*), el leopardo (*Panthera pardus*), el águila real (*Aquila chrysaetos*), el oso de collar (*Ursus thibetanus*) y el ciervo almizclero enano (*Moschus berezovskii*). La administración china ha proyectado diversas medidas para asegurar la viabilidad de la fauna amenazada (véase Li *et al.*, 2003, para más detalles), tales como el establecimiento de nuevas reservas naturales (reserva de Halongshan y reserva de las Tres Gargantas) y la ampliación de las actuales (a destacar la ampliación de la reserva natural de Shennongjia para proteger una zona donde habita el mono dorado de nariz chata).

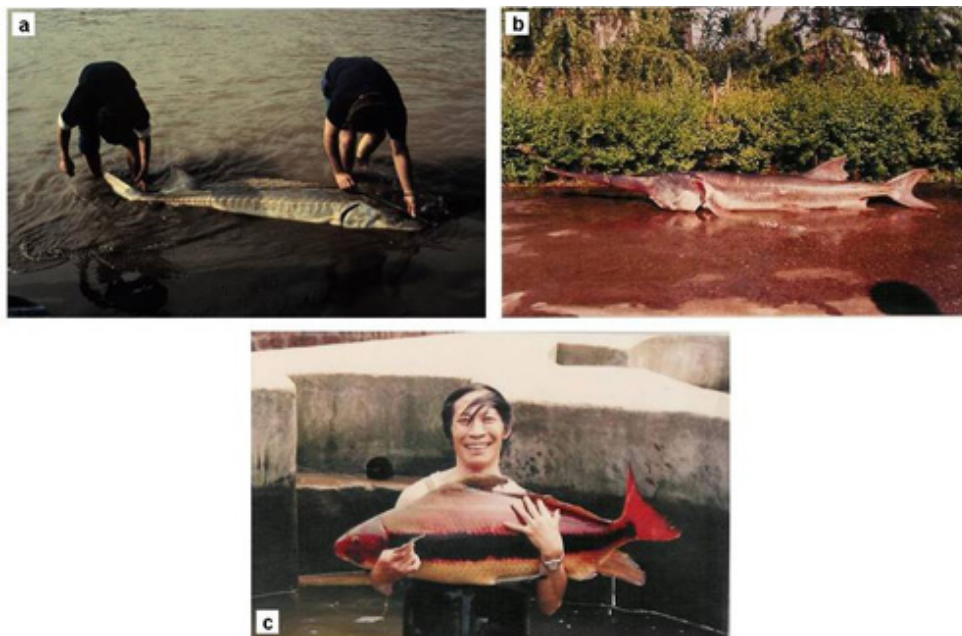
La presa de las Tres Gargantas no sólo afectará a los ecosistemas terrestres en el área del embalse sino también a aquellos localizados aguas más abajo. El bloqueo físico de un río implica una alteración de su régimen natural, modificándose la descarga de agua y los patrones de sedimentación. La acumulación de sedimentos en los embalses (lo que conlleva un menor contenido de limos en el agua liberada a través de las compuertas de las presas) puede conducir a una serie de importantes modificaciones físicas, como por ejemplo una disminución y/o pérdida de llanuras de inundación y humedales, la regresión de deltas y estuarios, e incluso la eliminación de playas y marismas (Zhang *et al.*, 1999; Rosenberg *et al.*, 2000). Se ha documentado una regresión significativa de deltas y playas adyacentes en varios ríos en los que se han construido presas, como por ejemplo el Nilo y el Ródano (WCD, 2000). Existe enorme preocupación acerca de cómo afectará la presa de las Tres Gargantas a los terrenos ribereños en los tramos medio y bajo del río (Lin *et al.*, 2004), y al delta del Yangtzé y las playas cercanas (Lei, 1998; Zhang *et al.*, 1999). La pérdida de estos hábitats puede conducir a la extinción de la flora y la fauna que los habita, generalmente muy adaptada a éstos, un asunto crítico puesto que la cuenca entera del Yangtzé constituye una zona de gran biodiversidad (Xie Z., 2003).

## Efectos sobre los ecosistemas acuáticos

La construcción de grandes embalses está considerada como una de las grandes amenazas de los ecosistemas y la biodiversidad dulceacuícolas (WCD, 2000; Park *et al.*, 2003). La alteración del flujo estacional de un río por una presa puede comportar graves consecuencias sobre la fauna acuática, como por ejemplo la interrupción de sus rutas migratorias, la pérdida de sus lugares de desove y la fragmentación y declinación de sus poblaciones naturales (Dudgeon, 2000; WCD, 2000; Nilsson *et al.*, 2005). Obviamente, las especies de peces migratorias son los animales acuáticos más afectados por la construcción de embalses. A lo largo y ancho del mundo, son numerosos los ejemplos de regresión de biodiversidad fluvial como consecuencia de la construcción de presas (véase también McAllister *et al.*, 2001): la pérdida de stocks de salmones en el río Columbia en Norteamérica (Nehlsen *et al.*, 1991), la declinación del esturión ruso (*Acipenser gueldenstaedtii*) en el Volga (Vecsei, 2001) y del esturión atlántico (*Acipenser sturio*) en el Guadalquivir (Almaça y Elvira, 2000), o la pérdida de la mayoría de especies de interés comercial en el delta del Nilo (30 de 47; Abramovitz, 1996).

El río Yangtzé alberga una gran diversidad de peces (alrededor de 350 especies), una de las mayores en el conjunto de los ríos asiáticos. De éstas, unas 162 (**Tabla 2**) habitan la parte alta del río (donde se encuentra la sección de las Tres Gargantas) y hasta 44 serían endémicas de esta región (Park *et al.*, 2003), que serán sin duda las que sufrirán un mayor grado de amenaza con la construcción de la presa. Sin embargo, un número indeterminado de taxones de ictiofauna que habitan los cursos medio y bajo del río sufrirán también algún tipo de afectación. La presa agravará con toda probabilidad los efectos negativos sobre la fauna acuática causados por la construcción de la presa de Gezhouba en la década de los ochenta. Este embalse, situado a sólo 40 kilómetros aguas abajo de las Tres Gargantas, ha causado importantes

declinaciones en las poblaciones de tres especies de peces endémicas, relictas y protegidas a nivel estatal, debido a la fragmentación de sus poblaciones y a la interrupción de las vías migratorias a sus lugares originales de desove: el llamado esturión chino (*Acipenser sinensis*; **Fig. 4**), el esturión del Yangtzé (*A. dabryanus*) y el pez espátula chino (*Psephurus gladius*; **Fig. 4**), una de las dos únicas especies de pez espátula del mundo. La presa de las Tres Gargantas representará una nueva barrera para la migración de estos peces, junto a cambios adicionales en el caudal de agua y en los patrones de sedimentación, lo que en su conjunto disminuirá todavía más las escasas posibilidades de supervivencia de estos taxones relictos (Wei *et al.*, 1997; Zhuang *et al.*, 1997; Xie P., 2003; Zhang S.-M. *et al.*, 2003). La presa también podría afectar a otra de las especies emblemáticas del río Yangtzé, el pez chupador chino (*Myxocyprinus asiaticus*, **Fig. 4**), que ya sufrió una severa declinación de sus poblaciones con la construcción de la presa de Gezhouba (Dudgeon, 2000), y a las célebres “cuatro carpas chinas” (*Mylopharyngodon piceus*, *Ctenopharyngodon idellus*, *Hypophthalmichthys molitrix* y *Aristichthys nobilis*) y otras especies de interés comercial (CAS, 1990; Park *et al.*, 2003).



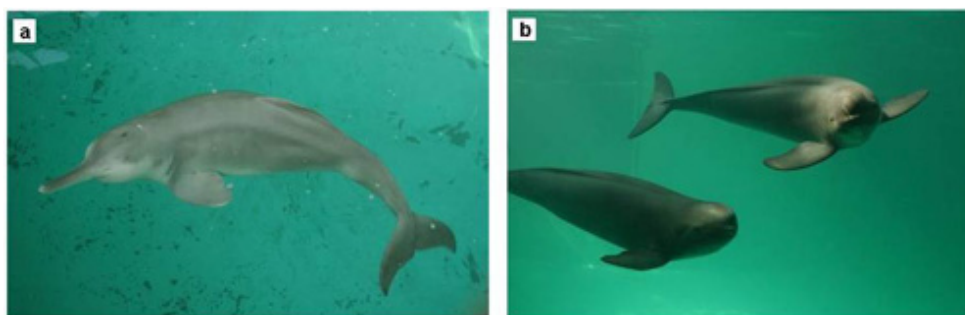
**Figura 4.** Especies de peces migratorios amenazadas por la presa de las Tres Gargantas: a) el esturión chino (*Acipenser sinensis*) (foto: Boyd Kynard); b) el pez espátula chino (*Psephurus gladius*) (foto: Steven D. Mims) y c) el pez chupador chino (*Myxocyprinus asiaticus*) (foto: Steven D. Mims).

Ninguna medida eficaz para evitar la interrupción de las rutas migratorias y la fragmentación de poblaciones de la fauna acuática se aplicó en el momento de la construcción de la presa de Gezhouba, como por ejemplo la instalación de pasos para peces. Esta infraestructura, una de las medidas correctoras más usadas en la construcción de embalses, tampoco se instalará en la nueva presa (Dudgeon, 1992; 2000). Sin embargo, la administración china sí aplicó otras medidas proteccionistas a posteriori (y ya con la vista puesta en la construcción de las Tres Gargantas), tales como la creación de programas de reproducción artificial (y posterior repoblación) para algunas de las especies afectadas. La cría artificial del esturión chino empezó al año de terminarse la presa de Gezhouba, y viene desarrollándose hasta la actualidad con un éxito notable (Wei *et al.*, 1997; 2004). La reproducción artificial tanto del esturión del Yangtzé como del pez chupador chino ha mostrado también resultados satisfactorios (Zhuang *et al.*, 1997; YWRP, 1999), caso contrario a la del pez espátula chino (Wei *et al.*, 1997). Por otro lado, la inclusión tanto del pez espátula como de los dos esturiones dentro del primer grado de la lista nacional de especies protegidas ha significado la prohibición de su pesca con fines comerciales; sin embargo, las capturas accidentales siguen estando a la orden del día (Zhuang *et al.*, 1997). Recientemente, el gobierno chino ha introducido otro paquete de medidas para reducir la presión sobre las especies de peces más amenazadas, entre las que se incluyen la suelta de especies de interés comercial en el río y la declaración de moratorias de pesca (Dudgeon, 2005).

Puesto que las alteraciones causadas por los embalses son mucho más amplias y variadas que el simple bloqueo físico de un río, las especies de peces migratorios no son los únicos organismos susceptibles de sufrir algún efecto negativo. La presa de las Tres Gargantas supondrá con toda seguridad un impacto adicional sobre la ya muy modificada red acuática formada por el río Yangtzé, sus afluentes y los numerosos lagos laterales de poca profundidad (p. ej. los lagos Poyang y Dongting), lo que podría conducir a cambios tanto en el número de especies como en la composición de las comunidades acuáticas y ribereñas. De hecho, la construcción de diques y presas (sobre todo desde principios de la década de los 50 a finales de los 70) es el principal factor responsable de la ruptura de la mayoría de conexiones entre el río y los lagos anexos (únicamente



los lagos Poyang y Dongting continúan unidos al Yangtzé; véase Fang *et al.*, 2006). Cabe destacar que, descontando las especies de peces, el río Yangtzé alberga numerosas especies de plantas acuáticas (>200 spp.), así como de plancton (>300 especies de fitoplancton y >150 especies de zooplancton) y de organismos bénticos (>200 especies), pero también algunos mamíferos acuáticos, anfibios y reptiles (YWRP, 1999). El emblemático delfín del Yangtzé (*Lipotes vexillifer*, conocido localmente como *baiji*, **Fig. 5**), un auténtico fósil viviente de más de 30 millones de años, ha sufrido una declinación constante durante las últimas décadas, resultado principalmente de las obras hidráulicas y de la navegación en el río (Zhang X. *et al.*, 2003). De hecho, podría tratarse del primer caso documentado de extinción de especies desde el inicio de las obras de las Tres Gargantas, puesto que en el último censo del delfín, llevado a cabo a finales de 2006, no se pudo contabilizar ningún ejemplar (véase BF, 2006). La marsopa sin aleta del Yangtzé (*Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*, **Fig. 5**), que al igual que el delfín habita los tramos medio y bajo del río, está sufriendo una declinación similar, y su población se limita a apenas 400 efectivos (BF, 2006). Aunque recientemente se han implementado algunas medidas encaminadas a la conservación de estos mamíferos, como la creación de algunas reservas, es probable que sean insuficientes además de llegar demasiado tarde.



**Figura 5.** Cetáceos amenazados por el embalse de las Tres Gargantas: a) el emblemático delfín del Yangtzé (*Lipotes vexillifer*) y b) la marsopa sin aleta del Yangtzé (*Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*) (fotos: Wang Ding).

Las aves acuáticas también podrían verse amenazadas por la presa de las Tres Gargantas, especialmente la grulla siberiana (*Grus leucogeranus*), de la que más del 99% de su población mundial hiberna en el lago Poyang (Kanai *et al.*, 2002), pero también la grulla cuelliblanca (*Grus vipio*), la grulla de Manchuria (*Grus japonensis*), la cigüeña oriental (*Ciconia boyciana*) y el ánsar careto chico (*Anser erythropus*), con lugares de hibernación repartidos entre los lagos Poyang, Dongting y otros lagos laterales del río. Aunque el gobierno chino ha establecido algunas medidas protectoras tales como la creación de una reserva específica para aves migratorias en el lago Poyang (y que en 1992 alcanzó rango internacional como lugar RAMSAR), la modificación de los patrones estacionales de inundación a causa de la puesta en funcionamiento de la presa restringirá la producción biológica en lagos y humedales, amenazando a todas estas aves acuáticas migratorias (Dudgeon, 1992). También existe preocupación acerca de la viabilidad de algunas especies raras de anfibios y reptiles, como por ejemplo la salamandra gigante de China (*Andrias davidianus*) y el aligátor de China (*Alligator sinensis*) (Dudgeon, 1992). Estos dos taxones endémicos y relictos del Terciario han sufrido una importante declinación en décadas recientes debido principalmente a la destrucción y/o modificación de sus hábitats pero también a su caza indiscriminada, situación que podría agravarse con la nueva presa (X.-M. Wang, com. pers.).

El bloqueo de sedimentos y nutrientes detrás de la presa implicará no sólo una pérdida de humedales y llanuras aluviales (que proporcionan los hábitats idóneos para el desove y el desarrollo de muchos animales acuáticos), sino también una modificación sustancial de las propiedades bioquímicas del agua en el curso inferior del río, con la consiguiente disminución de la productividad biológica y la alteración de las redes tróficas fluviales (Rosenberg *et al.*, 2000; WCD, 2000). Estos efectos podrían incluso extenderse a la plataforma continental adyacente (Zhang *et al.*, 1999; Chen, 2002); de hecho, ya se ha observado una reducción del fitoplancton (además de cambios en su composición) en el Mar de la China Oriental desde el inicio de la construcción de la presa, lo que, aparte de producir efectos sustanciales sobre la biodiversidad y los ecosistemas marinos, podría ocasionar una disminución drástica de las capturas pesqueras (de hasta 1 millón de toneladas anuales; Marshall, 2006). Otro posible efecto que algunos autores han señalado es la intrusión de agua salada en la región del estuario como resultado de una descarga irregular de agua y la disminución de la cantidad de sedimentos transportados por el río, lo que podría ocasionar importantes cambios en las comunidades estuarinas (véase Fu *et al.*, 2003, para más detalles).

El vertido de sustancias tóxicas al río también puede afectar potencialmente a la biodiversidad acuática tanto en la zona del embalse como aguas abajo. El pantano reducirá considerablemente la velocidad del flujo de agua a lo largo de más de 600 km, lo que puede comportar una disminución de la capacidad del río para verter los contaminantes al mar. Aunque a lo largo del Yangtzé (uno de los ríos mas contaminados del continente asiático) se están construyendo toda una serie de plantas para el tratamiento de aguas residuales, el porcentaje de agua depurada en la región es todavía muy pequeño. Por otro lado, el



llenado del embalse hasta los 175 m supondrá la inundación de centenares de fábricas y vertederos que apenas han sido descontaminados, con la consiguiente migración de tóxicos al agua. Pero no sólo los contaminantes domésticos e industriales amenazan la biodiversidad acuática; el uso masivo de fertilizantes por los campesinos de la región puede ocasionar la liberación de nitratos y sulfatos y su posterior concentración en el embalse, lo que puede producir fenómenos de eutrofización y disminución de la concentración de oxígeno (Zhang *et al.*, 1999). Por último, cabe mencionar que el incremento de la navegación en el Yangtzé como consecuencia de la construcción de la presa supondrá con toda probabilidad un aumento de las perturbaciones acústicas y los daños derivados de posibles colisiones de animales acuáticos (sobre todo los cetáceos) con botes (Wu *et al.*, 2004).

## Conclusiones

La necesidad de control de las graves inundaciones que periódicamente afectan a la cuenca del Yangtzé (que durante el último siglo han provocado más de 300.000 muertos), junto con la creciente escasez energética que pone en peligro el rápido desarrollo económico de China (con tasas de crecimiento anuales cercanas al 10% ininterrumpidamente desde principios de los años 80), han llevado, después de varias décadas de planificación y deliberaciones, a la construcción de la gigantesca presa de las Tres Gargantas. Esta infraestructura, a pesar de lo que se afirma en el estudio de impacto oficial, traerá sin lugar a dudas graves e irreversibles consecuencias medioambientales y ecológicas, hecho de especial relevancia en una región que cuenta con unas elevadísimas tasas de biodiversidad.

Los impactos más inmediatos sobre la biodiversidad se concentran, lógicamente, en el área inundable (debajo de la cota 175 m) y en los alrededores del embalse (donde se está reasentando a más de un millón de personas), donde casi 2.000 taxones vegetales y un nombre indeterminado de taxones animales se verán afectados en algún grado. Los impactos también serán significativos para varias especies de peces (especialmente las migratorias) puesto que la presa fragmentará sus poblaciones y cortará el acceso a muchos de sus lugares de desove. Sin embargo, la experiencia en otros grandes embalses construidos a lo largo y ancho del mundo nos enseña que los efectos negativos de una presa no suelen limitarse a las áreas inundadas y alrededores, sino que pueden producirse aguas abajo, a muchos kilómetros de distancia; en el caso que nos ocupa, la supuesta extinción del delfín del Yangtzé podría constituir un buen ejemplo.

Aunque el gobierno chino ha puesto en marcha toda una serie de medidas conservacionistas para minimizar los efectos de la presa, éstas son a todas luces insuficientes y, por otro lado, llegan en muchos casos demasiado tarde y son fruto de la improvisación y de la carencia de estudios científicos sólidos previos. Las diferentes administraciones gestoras de la biodiversidad deberían emprender varias medidas de carácter urgente (y con apoyo económico suficiente) para tratar de salvaguardar el máximo número de especies amenazadas y/o endémicas de la región (es decir, las más susceptibles a los cambios provocados por el embalse), tales como la translocación, el reforzamiento poblacional, la reintroducción, y el establecimiento de reservas específicas o generalistas. Por otro lado, debería establecerse un sistema de monitoreo integral y permanente para determinar el alcance de la fragmentación en los diferentes tipos de hábitats, la evolución de especies y ecosistemas, y controlar los parámetros medioambientales, que, a su vez, deberían condicionar como el embalse es operado en el futuro. Finalmente señalar que, puesto que la construcción del pantano es ya un hecho irreversible, debería aprovecharse ésta como una magnífica oportunidad para el estudio de los efectos de la construcción de grandes presas sobre los sistemas ecológicos y la biodiversidad (y más teniendo en cuenta que se planea la construcción de más de una decena de nuevos embalses en el Yangtzé; Xie P., 2003), lo que debería también estimular la cooperación internacional tanto en términos de investigación como de propuesta de actividades conservacionistas.

## Agradecimientos

Querría expresar mi más profundo agradecimiento a Feng TingTing (Instituto de Botánica, Academia China de Ciencias, Beijing) y a Zheng Yifang (Instituto de Zoología, ACC, Beijing) por su ayuda en la obtención de diversas fuentes de información y en la traducción de documentos en chino. También querría agradecer la labor de dos revisores anónimos, que ha producido una mejora sustancial del texto. La estancia en el Instituto de Botánica de la Academia China de Ciencias es posible gracias a una beca posdoctoral del Ministerio de Educación y Ciencia (EX2005-0922) para el período 2006-2007.

## Referencias

- Abramovitz, J. N. 1996. Sustaining freshwater ecosystems. En *State of the World 1996* (eds. Brown, L.R. *et al.*), pp. 60-77, W.W. Norton & Company, Nueva York.
- Almaça, C. y Elvira, B. 2000. Past and present distribution of *Acipenser sturio* L., 1758 on the Iberian Peninsula. *Boletín. Instituto Español de Oceanografía* 16: 11-16.
- Baillie, J.E.M., Hilton-Taylor, C. y Stuart, S.N. (eds.). 2004. *A global species assessment*. IUCN-The World Conservation

Union , Gland (Suiza) y Cambridge (Reino Unido).

Barber, M. y Ryder, G. 1993. *Damming the Three Gorges. What dam builders don't want you to know*. Earthscan Publications, Toronto .

Beattie, J. 2002. Dam building, dissent, and development: The emergence of the Three Gorges Project. *Journal of Asian Studies* 4: 138-158.

BF (The Baiji.org Foundation). 2006. The Baiji Yangtze Dolphin is functionally extinct. Informe de The Baiji.org Foundation. Publicado en su sitio web el 13 de diciembre de 2006. Disponible en: <http://www.baiji.org/expeditions/1/overview.html>

CAS ( Chinese Academy of Sciences, Research Group on Impacts of the Three Gorges Project on Ecology and Environment). 1990. Atlas of Ecology and Environment in the Three Gorges area of the Changjiang River. Science Press, Beijing (China).

Chen, C.T.A. 2002. The impact of dams on fisheries: Case of the Three Gorges Dam. En *Challenges of a Changing Earth* (eds. Steffen, W., Jager, J., Carson, D.J. y Bradshaw, C.), pp. 97-99 (Capítulo 16), Springer Verlag, Berlin.

Chen, W., Xie, Z. y Xiong, G. 2004. Preliminary study on the ex-situ conservation of land plants in the Three Gorges Reservoir area. *Resources and Environment in the Yangtze Basin* 13: 174-177.

Dudgeon, D. 1992. Endangered ecosystems: a review of the conservation status of tropical Asian rivers. *Hydrobiologia* 248: 167-191.

Dudgeon, D. 2000. Large-scale hydrological changes in tropical Asia: prospects for riverine biodiversity. *BioScience* 50: 793-806.

Dudgeon, D. 2005. River rehabilitation for conservation of fish biodiversity in monsoonal Asia . *Ecology and Society* 10: 15 [online]. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss2/art15/ES-2005-1469.pdf>

Fang, J., Wang, Z., Zhao, S., Li, Y., Tang, Z., Yu, D., Ni, L., Liu, H., Xie, P., Da, L., Li, Z. y Zheng, C. 2006. Biodiversity changes in the lakes of the Central Yangtze . *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 369–377.

Fu, C., Wu, J., Chen, J., Wu, Q. y Lei, G. 2003. Freshwater fish biodiversity in the Yangtze River basin in China: patterns, threats and conservation. *Biodiversity and Conservation* 12: 1649-1685.

He, J. y Xie, Z. 1995. The impact of Three Gorges hydroelectric project on and the preservation strategies for the biodiversity in the affected region. *Chinese Biodiversity* 3: 63-72.

Heggelund, G. 2003. The Three Gorges Dam: Taming the waters of the Yangtze creating social instability? *NIASnytt Asia Insights*, 2: 12-14.

Huang, H. 2005. Genetic integrity and risks in ex situ threatened plant collections: case studies in China. En *XVII International Botanical Congress*, (comunicación oral). 2005. Viena.

Huang, Z.-L. 2001. Biodiversity conservation for the Three Gorges Project. *Biodiversity Science* 9: 472-481.

Kanai, Y., Ueta, M., Germogenov, N., Nagendran, M., Mita, N. y Higuchi, H. 2002. Migration routes and important resting areas of Siberian cranes (*Grus leucogeranus*) between northeastern Siberia and China as revealed by satellite tracking. *Biological Conservation* 106: 339-346.

Lei, X. 1998. Going against the flow in China. *Science* 280: 24-26.

Li, D., Song, Y. y Ouyang, Z. 2003. *Research on the national forestry nature reserve system plan*. China Land Press, Beijing (China).

Lin, B., Zhang, R., Dai, D. y Tan, Y. 2004. Sediment research for the Three Gorges Project on the Yangtze River since 1993. En *Proceedings of the Ninth International Symposium on River Sedimentation* (eds. Hu, C. y Tan, Y.), pp. 29-37 (Vol. I), Tsinghua University Press, Beijing (China).

- Lin, Y., Su, H., Ma, Q. y Xiao, W. 2003. Status and conservation of rare and threatened terrestrial vertebrate in the Three Gorges Reservoir Area. *Scientia Sinica* 39:100-109.
- Liu, Y., Wang, Y. y Huang, H. 2006. High interpopulation genetic differentiation and unidirectional linear migration patterns in *Myricaria laxiflora* (Tamaricaceae), an endemic riparian plant in the Three Gorges Valley of the Yangtze River. *American Journal of Botany* 93: 206-215.
- López-Pujol, J., Zhang, F.-M. y Ge, S. 2006. Plant biodiversity in China: richly varied, endangered and in need of conservation. *Biodiversity and Conservation* 15: 3983-4026.
- Marshall, J. 2006. Three Gorges Dam threatens vast fishery. *New Scientist* 189 (2540):18-19.
- McAllister, D.E., Craig, J.F., Davidson, N., Delany, S. y Seddon, M. 2001. *Biodiversity impacts of large dams*. IUCN/UNEP. Disponible en: <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/archive/2001/IUCN850.PDF>
- McCormack, G. 2001. Water margins. Competing paradigms in China. *Critical Asian Studies* 33: 5-30.
- Nehlsen, W., Williams, J.E. y Lichatowich, J.A. 1991. Pacific Salmon at the crossroads: Stocks at risk from California, Oregon, Idaho, and Washington. *Fisheries* 16: 4-21.
- Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M. y Revenga, C. 2005. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308: 405-408.
- Park, Y.-S., Chang, J., Lek, S., Cao, W. y Brosse, S. 2003. Conservation strategies for endemic fish species threatened by the Three Gorges Dam. *Conservation Biology* 17: 1748-1758.
- Rosenberg, D.M., Berkes, F., Bodaly, R.A., Hecky, R.E., Kelly, y Rudd, J.W.M. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Reviews* 5: 27-54.
- Rosenberg, D.M., McCully, P. y Pringle, C.M. 2000. Global-scale environmental effects of hydrological alterations: Introduction. *BioScience* 50: 746-751.
- Shen, G. y Xie, Z. 2004. Three Gorges Project: Chance and Challenge. *Science* 304: 681.
- Tan, Y. y Yao, F. 2006. Three Gorges Project: Effects of resettlement on the environment in the reservoir area and countermeasures. *Population and Environment* 27:3 51-371.
- Tian Z., Chen, W., Zhao, C., Chen, Y. y Zheng, B. 2007. Plant biodiversity and its conservation strategy in the inundation and resettlement districts of the Yangtze Three Gorges, China. *Acta Ecologica Sinica* 27: 3110-3118.
- Vecsei, P. 2001. Threatened Fishes of the World: Acipenser gueldenstaedtii Brandt & Ratzenburg, 1833 (Acipenseridae) *Environmental Biology of Fishes* 60: 362.
- Wang, S. y Chen, L. (eds.) 1992. *Biodiversity in China: Status and Conservation Needs*. Science Press, Beijing (China).
- WCD (World Commission on Dams). 2000. *Dams and development. A new framework for decision-making*. Earthscan Publications, Londres y Sterling (VA, Estados Unidos).
- Wei, Q., Ke, F., Zhang, J., Zhuang, P., Luo, J., Zhou, R. y Yang, W. 1997. Biology, fisheries and conservation of sturgeons and paddlefish in China. *Environmental Biology of Fishes* 48: 241-255.
- Wei, Q., He, J., Yang, D., Zheng, W. y Li, L. 2004. Status of sturgeon aquaculture and sturgeon trade in China: a review based on two recent nationwide surveys. *Journal of Applied Ichthyology* 20: 321-332.
- Wu, J., Huang, J., Han, X., Gao, X., He, F., Jiang, M., Jiang, Z., Primack, R.B. y Shen, Z. 2004. The Three Gorges Dam: an ecological perspective. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: 241-248.
- Xie, P. 2003. Three-Gorges Dam: risk to ancient fish. *Science* 302: 149.



- Xie, Z. 2003. Characteristics and conservation priority of threatened plants in the Yangtze valley. *Biodiversity and Conservation* 12: 65-72.
- Ying, T.-S., Zhang, Y.-L. y Boufford, D.E. 1993. *The endemic genera of seed plants of China*. Science Press, Beijing (China).
- YWRP ( Yangtze River Valley Water Resources Protection Bureau). 1999. *Questions and Answers on Environmental Issues for the Three Gorges Project*. Science Press, Beijing (China) y New York .
- Zhang, J., Zhang, Z.F., Liu, S.M., Wu, Y., Xiong, H. y Chen, H.T. 1999. Human impacts on the large world rivers: Would the Changjiang ( Yangtze River ) be an illustration? *Global Biogeochemical Cycles* 13: 1099-1105.
- Zhang, S.-M., Wang, D.-Q. y Zhang, Y.-P. 2003. Mitochondrial DNA variation, effective female population size and population history of the endangered Chinese sturgeon, Acipenser sinensis. *Conservation Genetics* 4: 673-683.
- Zhang, X., Wang, D., Liu, R., Wei, Z., Hua, Y., Wang, Y., Chen, Z. y Wang L. 2003. The Yangtze River dolphin or baiji (Lipotes vexillifer): population status and conservation issues in the Yangtze River , China. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 51-64.
- Zhuang, P., Ke, F., Wei, Q., He, X. y Cen, Y. 1997. Biology and life history of Dabry's sturgeon, Acipenser dabryanus, in the Yangtze River . *Environmental Biology of Fishes* 48: 257-264.